DOCUMENT GÉNÉRAL SUR L'INSCRIPTION DES DÉCHETS DANGEREUX

LE BENZÈNE

mai 1990



ISBN 0-7729-7119-6

DOCUMENT GÉNÉRAL SUR L'INSCRIPTION DES DÉCHETS DANGEREUX

LE BENZÈNE

ENVIRONNEMENT ONTARIO

DIRECTION DE LA GESTION DES DÉCHETS

UNITÉ D'ÉTUDE DES DÉCHETS DANGEREUX

mai 1990



05/90-100
974F

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX

1.0 SOMMAIRE DES CRITÈRES DE CLASSEMENT (INSCRIPTION)

1.1 Inscription en vertu du Règlement 309

Environnement Ontario songe à modifier le Règlement 309 pour y classer le benzène dans l'Annexe 1, dans la catégorie des déchets industriels dangereux.

Il y aurait deux façons de faire :

i) quand le benzène (ou un mélange de benzène) est éliminé sous forme de solvant épuisé ou de résidu du procédé de distillation qui sert à récupérer ce même solvant, le classer comme déchet d'origine non spécifique dans l'Annexe 1, sous NA 9305;

ii) quand du benzène résiduaire se trouve dans les déchets de fabrication du benzène ou d'autres produits chimiques dérivés du benzène, le classer comme déchet d'origine spécifique dans l'Annexe 1. Dans ce cas, le benzène serait une matière première et non un solvant.

Le benzène figure déjà à l'annexe 2B du Règlement 309 parmi les déchets chimiques dangereux. Ces déchets comprennent les produits chimiques commerciaux ou les intermédiaires de fabrication qui, de temps en temps, peuvent s'avérer non conformes ou impropres à l'emploi.

Le benzène a la propriété dangereuse d'être inflammable et est reconnu comme étant cancérogène. La gestion indue de déchets contaminés par celui-ci, que ce soit pendant la manipulation, le transport ou l'élimination, pose un risque pour l'environnement. Vu la mobilité et la persistance du benzène dans la nappe souterraine, sa présence dans l'eau potable constitue un danger pour la santé.

1.2 Inscription en vertu d'autres lois canadiennes

En vertu de la *Loi sur la santé et la sécurité au travail* (appliquée par le ministère du Travail), le benzène est réglementé en tant que substance désignée. Aussi le Règlement 732-84 de l'Ontario limite-t-il l'exposition des travailleurs à cette substance en exigeant le contrôle des émissions et le port de vêtements protecteurs.

Aux termes de la *Loi sur le transport des marchandises dangereuses* du Canada, le benzène est répertorié comme une marchandise dangereuse, à savoir un liquide inflammable (catégorie 3.2) ou une substance dangereuse pour l'environnement, par sa toxicité, sa bioaccumulation et sa persistance (catégorie 9.2). Les déchets contenant du benzène peuvent être classés parmi les déchets dangereux en fonction des mêmes critères qui définissent les marchandises dangereuses. Cependant, aucune autre loi fédérale ne vise ces déchets.

Le benzène est aussi répertorié dans le projet de règlement sur les produits de contrôle (Gazette du Canada, 20 janvier 1988, page 551) et devrait donc être soumis au règlement ontarien qui régit le droit à l'information (SIMDUT, Règlement 644/88 de l'Ontario pris en application de la *Loi sur la santé et la sécurité au travail*).

1.3 Inscription en vertu de lois américaines

Les déchets de benzène sont répertoriés comme des déchets dangereux dans la loi américaine intitulée *Resource Conservation and Recovery Act* (CFR, 1987) s'ils sont éliminés à titre de solvants épuisés ou de résidus du procédé de distillation utilisé pour récupérer ce solvant. Dans la loi américaine, un solvant épuisé se définit comme suit :

a) le mélange chimique original doit avoir un pouvoir dissolvant, c'est-à-dire être capable de dissoudre ou de mobiliser des composants;

b) le mélange chimique doit être épuisé;

c) à l'étape commerciale, soit avant son emploi, le mélange doit avoir une concentration totale des composants répertoriés d'au moins 10 %.

Le benzène est également classé parmi les produits chimiques dangereux quand il est rejeté sous forme de produit chimique commercial, d'espèce chimique non conforme, de résidu de conteneurs ou de matière résiduaire d'un déversement accidentel.

2.0 DESCRIPTION DES SECTEURS D'ACTIVITÉ

Les secteurs d'activité susceptibles de produire des déchets contaminés par le benzène sont les industries qui produisent la substance, les industries qui se servent de benzène comme intermédiaire dans la fabrication d'autres produits chimiques et toute industrie qui a recours à des solvants ou à des réactifs contenant du benzène.

2.1 Production de benzène

Une grande partie de la production de benzène provient du pétrole de raffinerie. Une petite proportion, environ 15 % en Ontario, est obtenue d'un dérivé d'huile fluide résultant de la fabrication de coke sidérurgique.

Le tableau 1 donne la liste des raffineries qui produisent du benzène en Ontario et dans les autres provinces.

Dans les raffineries de pétrole, les charges de fraction pétrolière spécifiques (des réformats, le plus souvent) sont traitées à l'aide d'un solvant pour en extraire le benzène, qui

est alors retiré du mélange par entraînement à la vapeur d'eau. Les déchets liquides issus du raffinage du benzène sont traités à l'usine de traitement des eaux usées. Les boues en provenance de l'usine sont visées par le Règlement 309 en raison de leur forte teneur en plomb et en chrome. Les déchets solides comprennent les catalyseurs épuisés et les résidus de colonne.

Les aciéries exigent une quantité considérable de coke, que l'on obtient par le chauffage du charbon dans des fours. Les effluents gazeux sont ensuite refroidis pour récupérer les sous-produits du coke, lesquels sont transformés en huile fluide dont la teneur en benzène est d'environ 70 %. En Ontario, les industries sidérurgiques ne traitent pas davantage l'huile fluide, préférant l'expédier directement aux raffineries, qui font l'extraction du benzène par distillation de fractionnement (Holliday, 1979b).

2.2 Emploi du benzène

Étant le plus simple des composés aromatiques, le benzène est le produit chimique employé le plus souvent, après l'éthylène, dans la fabrication des produits chimiques organiques industriels (tableau 2). Le benzène sert également de solvant et de catalyseur dans la fabrication du caoutchouc et du latex au styrène-butadiène. On trouvera au tableau 3 la liste des principales industries canadiennes qui emploient le benzène.

En Ontario, la majeure partie du benzène sert à la production de styrène (près de 70 %, si l'on s'en tient aux chiffres des tableaux 1 et 3 pour une pleine capacité). Le monomère styrène est fabriqué à partir d'éthylène et de benzène, par l'entremise d'un composé intermédiaire, l'éthylbenzène, en combinant les procédés d'alkylation et de déshydrogénation. L'élimination des catalyseurs épuisés qui sont utilisés dans le réacteur d'éthylène/benzène et la colonne de déshydrogénation produit

des déchets contaminés par le benzène et d'autres produits chimiques organiques. Ces résidus contaminés sont aussi recueillis dans les colonnes de récupération, de déshydratation et de finissage.

L'industrie du caoutchouc de styrène-butadiène utilise le benzène comme solvant. Le butadiène est une solution qui est polymérisée au benzène en présence d'un catalyseur. Le caoutchouc est ensuite mélangé à de l'eau et le benzène est retiré et recyclé. Les déchets de benzène, recueillis sous forme de résidus de colonne, sont issus des procédés de récupération et de recyclage.

Bien que le benzène soit de moins en moins employé comme solvant au Canada et aux États-Unis (CIRC, 1982; Holliday et coll., 1979b; Corpus, 1988), on s'en sert parfois dans la fabrication de peintures commerciales et industrielles, de caoutchoucs, de ciment, d'adhésifs, de décapants et d'articles en cuirette et en caoutchouc. Le benzène est aussi utilisé dans l'industrie de la chaussure, dans l'imprimerie par rotative hélio et dans les laboratoires de produits chimiques (OSHA, 1978; Mara et coll., 1978; Agence américaine pour la protection de l'environnement, 1985).

Certains solvants à base d'hydrocarbures contiennent du benzène à une faible concentration allant de moins de 0,1 % à près de 2 %. Le tableau 4 en donne les quatre grandes catégories. L'industrie de la transformation du caoutchouc tend à utiliser des solvants à faible teneur en benzène. L'industrie des adhésifs et des matériaux d'étanchéité, pour sa part, remplace de plus en plus les mélanges à base de solvant par une colle à fusion ou une colle à base d'eau. Parallèlement, les fabricants de peintures et de revêtements évitent les mélanges à base de solvant (Holliday et coll., 1979b).

3.0 PRATIQUES DE GESTION DES DÉCHETS

Les pratiques de gestion varient d'un producteur de déchets à l'autre. Il faut donc se pencher plus précisément sur les pratiques des fabricants et des utilisateurs de benzène. Les utilisateurs sont les industries de produits chimiques organiques dérivés du benzène et les industries qui se servent de solvants et de réactifs à base de benzène.

3.1 Producteurs de benzène

D'après les données dont nous disposons, il est difficile de mesurer la quantité de benzène libérée dans l'environnement (par les émissions atmosphériques, les effluents liquides et les déchets solides). Gilbert et coll. (1982) évaluent comme suit la quantité relative de benzène rejetée dans les trois milieux :

air : 80 %
eau : 16 %
déchets solides : 4 %

Holliday et coll. (1986) ont obtenu, pour l'industrie de la production de benzène, un coefficient d'émission atmosphérique correspondant à 2,5 kg/t de benzène produit. (À titre de comparaison, Gilbert admettait un coefficient total moyen de 1 kg/t).

Si on suppose que ces coefficients relatifs sont valables pour l'Ontario, on obtient un coefficient d'émission de benzène dans les déchets solides de 0,13 kg/t, soit (2,5 kg/t/0,80) x (0,04). Des 299 kt de benzène produites en Ontario (la production de benzène en 1987 atteignait 83 % de la pleine capacité, tableau 1), 39 tonnes seraient rejetées annuellement dans les déchets solides.

Aux États-Unis, la majeure partie (91 %) des déchets solides contenant du benzène qui proviennent des raffineries de pétrole est achemineé vers des décharges et des lagunes (tableau 5). Un mince pourcentage (8,4 %) sert à l'épandage ou à l'agriculture et une proportion négligeable (0,8 %) est incinérée (Gilbert et coll., 1982). Les restrictions en matière d'élimination qui ont été annexées aux règlements de 1984 sur la gestion des déchets n'affectent pas la gestion des déchets contaminés par le benzène qui proviennent de procédés de raffinage, puisque le benzène n'est pas considéré comme un solvant ou un déchet chimique dans ces procédés (FR, 1986).

Quatre sociétés ontariennes produisent du benzène dans des procédés de raffinage (tableau 1). Conformément au Règlement 309, ces sociétés ont inscrit la plupart de leurs déchets de benzène dans la catégorie des déchets industriels dangereux, car ils sont souvent mélangés à d'autres déchets du raffinage du pétrole qui, eux, sont répertoriés comme tels (annexe 1). Ces déchets inscrits sont donc gérés selon les exigences du Règlement 309 et éliminés comme des déchets dangereux.

3.2 Industries chimiques qui utilisent le benzène

Comme le montre le tableau 2, le benzène est surtout utilisé comme matière première dans la synthèse d'autres produits chimiques organiques. Six industries chimiques font l'emploi du benzène en Ontario (tableau 3). Bien qu'on ne connaisse pas le taux de rejet du benzène dans les déchets solides, Holliday et coll. (1986) ont dérivé un coefficient d'émission dans l'atmosphère de 12 kg/t du benzène employé dans la production d'éthylbenzène/styrène et dans d'autres procédés qui se servent du benzène comme milieu. Holliday souligne par ailleurs que ce chiffre représente une estimation élevée de la production annuelle d'éthylbenzène/styrène. Gilbert et coll. (1982) évaluent à 2,7 kg/t la quantité de benzène qui est

rejetée dans l'atmosphère par ce procédé. En se basant sur une production de 327 kt dans la province en 1987 (soit 83 % de la capacité maximale de 394 kt, tableaux 1 et 3), 883 tonnes seraient libérées dans l'atmosphère chaque année par suite de la fabrication de produits chimiques. Pour obtenir le coefficient d'émission de benzène dans les déchets solides, il faut supposer que l'émission relative entre les milieux est comparable à celle de la production de benzène (c.-à-d. 80 % dans l'air et 4 % dans les déchets solides). Si on applique ce rapport, environ 44 tonnes de benzène pourraient être rejetées dans des déchets solides par les industries qui fabriquent des produits chimiques à base de benzène, à savoir (883 t/ 0,80) x 0,04).

Les pratiques de gestion des déchets contaminés par le benzène et provenant de l'industrie chimique (tableau 3) ont été compilées à partir des rapports d'inscription de producteurs de déchets. Les déchets dangereux et les déchets contaminés par le benzène servent de combustibles ou bien sont incinérés dans des installations autorisées, éliminés sur place dans des décharges autorisées à recevoir des déchets dangereux ou acheminés vers le lieu d'enfouissement des déchets dangereux de la société Tricil. Rien ne laisse croire que les déchets de procédé aboutissent dans des décharges municipales.

3.3 Utilisation du benzène comme solvant-réactif

Même si, au Canada et en Ontario, la demande totale de benzène a accusé une hausse constante au cours des dix dernières années, on observe une diminution de son emploi dans les solvants et réactifs (Holliday et coll., 1979b; Corpus, 1988), car la loi restreint maintenant son usage dans le lieu de travail (c'est une substance désignée depuis 1987 par le ministère du Travail de l'Ontario). L'accroissement de la

demande provient en grande partie de l'industrie de la production d'éthylbenzène.

De même, l'emploi du benzène comme solvant a diminué aux États-Unis depuis que la Consumer Products Safety Commission a interdit son usage dans les produits de consommation (Neufeld et coll., 1978).

La plus grande partie du benzène employé comme solvant est rejetée dans l'atmosphère ou déversée dans les effluents. Le pourcentage rejeté dans l'atmosphère varie de 50 à 100 %, selon l'utilisation. Les rejets de benzène dans les déchets solides sont minimes et difficiles à quantifier (Neufeld et coll., 1978). Pour obtenir une mesure fiable de la quantité de benzène rejetée dans les déchets solides, il faut connaître :

- la production de résidus contenant du benzène;
- le pourcentage de benzène (en poids) dans les résidus;
- la méthode d'élimination.

En 1987, environ 1 000 tonnes de benzène ont été utilisées au Canada à des fins diverses (tableau 2). Si on suppose que 35 % (population relative de l'Ontario) de cette quantité ont été employés en Ontario et qu'une fraction de cela a été employée comme solvant, une fraction de tonne, tout au plus, serait rejetée dans les déchets solides en Ontario.

Les déchets contaminés par un solvant à base de benzène sont éliminés comme les déchets dangereux inscrits (si le benzène ou le solvant inscrit se trouve en quantité suffisante pour être mesurée par le producteur) ou dans les effluents, ou bien comme les déchets solides non inscrits. Leur quantité est cependant jugée minime et difficilement quantifiable.

4.0 PROPRIÉTÉS DANGEREUSES DES DÉCHETS

Le comportement d'un polluant est fonction de ses propriétés physiques et chimiques. De manière générale, les propriétés chimiques déterminent le destin d'un composé, alors que les propriétés physiques conditionnent son transport et sa distribution dans l'environnement.

4.1 Destin dans l'environnement

Le benzène n'est pas un réactif au sens du Règlement 309. Une fois dans l'environnement, sa composition chimique se dégrade en présence du radical d'hydroxyle OH dans la couche inférieure de l'atmosphère (troposphère). Sa décomposition biologique, qui fait appel à des enzymes spécifiques, détermine en grande partie son sort dans le sol et dans l'eau.

4.2 Propriétés physiques

Le tableau 7 décrit les propriétés physiques qui jouent dans le transport du benzème et sa distribution dans l'environnement. Sa volatilité (pression de vapeur de 10,0 kPa) et sa solubilité dans l'eau (1 780 mg/L) sont les forces motrices de son comportement dans l'environnement. Reflet de ces forces, le coefficient de distribution du benzène influe sur sa répartition entre les différents milieux environnementaux. Vu sa solubilité dans l'eau et sa volatilité, de fortes concentrations du solvant peuvent être transportées par l'eau de surface, l'eau souterraine et l'air.

4.3 Caractéristiques dangereuses

Son point d'éclair étant de -11,1 °C, le benzène pur est jugé inflammable en vertu du paragraphe 1(29) du Règlement 309. Quand il est employé comme solvant, le produit épuisé qui en résulte présentera probablement les mêmes caractéristiques. Il n'est pas

considéré comme un réactif, un corrosif ni un lixiviat toxique aux termes du Règlement 309.

4.4 Comportement dans l'environnement

La voie d'exposition qui intéresse plus particulièrement la gestion des déchets est la mise en décharge et la contamination ultérieure des eaux souterraines.

4.4.1 Mobilité

La solubilité d'un constituant donné dans l'eau offre une indication de son potentiel de mobilité, soit la probabilité de lixiviation d'un lieu de gestion des déchets et de dissolution dans une source d'eau menacée. La solubilité relativement élevée du benzène dans l'eau est un indice de sa grande mobilité : la concentration de 1 780 mg/L (solubilité du benzène dans l'eau) dépasse de plusieurs ordres de grandeur le seuil d'innocuité de 0,02 mg/L (critère de qualité de l'eau de l'Ontario). Le coefficient de distribution logarythmique de 2,12 pour l'eau et l'éthanol indiquerait aussi une mobilité élevée. D'après les travaux de Briggs (1973), cette valeur signifie que le benzène présente une certaine affinité pour l'eau et ne devrait pas être immobilisé dans une grande mesure par l'adsorption d'un sol à forte teneur organique.

4.4.2 Persistance

Le benzène n'entre pas en réaction avec l'eau dont le pH se situe entre 2 et 14. Même s'il s'enflamme aisément quand il est allumé (son point d'éclair est de -11 °C), il ne réagit pas spontanément avec l'oxygène à une température et une pression ordinaires. Comme il n'absorbe pas la lumière visible, il n'est pas directement photolysé dans la couche inférieure de l'atmosphère ni dans l'eau de surface (EPA, 1985b).

Le benzène tend à se biodégrader dans les sols et les eaux aérobies (Gibson, 1968). Les bactéries transforment le benzène en pyrocatéchol par l'intermédiaire de l'enzyme dioxygénase. Le benzène se dégrade lentement, semble-t-il (Gibson et coll., 1984). On a également remarqué la présence d'une dégradation anaérobie mais on ne sait toujours pas comment elle se produit au juste (EPA, 1985b).

Bien qu'on s'attende à ce qu'il se dégrade dans l'atmosphère par oxydation du radical d'hydroxyl (demi-vie de moins de dix jours) et par biodégradation dans les eaux de surface (demi-vie de moins ou de près de 10 jours, Holliday et coll., 1986), il devrait persister quelque peu dans la nappe souterraine en raison de sa solubilité relativement élevée et de son taux d'activité biologique relativement bas (EPA, 1985b).

4.4.3 Bioaccumulation

Le facteur de bioconcentration (FBC) du benzène a été évalué à 24 dans les organismes aquatiques qui contiennent 8 % de lipides (EPA, 1980). On a obtenu une valeur de 890 dans le crapet vert (base de données ISHOW). D'après la corrélation qui existe entre le facteur de bioconcentration et le facteur de distribution eau/éthanol établis par Veith et coll. (1980), à savoir FBC log = 0,76 (K log eau/éthanol) - 0,23), la valeur du FBC serait de 23,5.

4.4.4 Exposition de l'environnement

Du point de vue de la gestion des déchets, la voie d'exposition qui suscite le plus d'inquiétude est la lixiviation du benzène dans la nappe souterraine. La solubilité du benzène dans l'eau (1 780 mg/L) dépasse de près de 5 ordres de grandeur la limite de 0,02 mg/L admise pour la qualité de l'eau par la province; l'environnement est donc fortement exposé. Une étude effectuée aux États-Unis a permis de mesurer une concentration de benzène d'environ 0,1 mg/L (ppm)

dans le lixiviat qui s'est infiltré dans des puits résidentiels adjacents à des lieux d'enfouissement (Stuart et coll., 1985; tableau 8).

Une autre source d'inquiétude est le rejet dans l'atmosphère de benzène provenant de déchets contaminés mis en décharge. Vu la volatilité élevée du benzène (10,0 kPa à 20 °C), les déchets fortement contaminés seraient une source importante d'émissions.

4.5 Toxicité

4.5.1 Végétation

On a observé que le benzène était toxique pour les algues de l'espèce *Chlorella*, qu'il inhibait leur croissance cellulaire et leur photosynthèse et qu'il provoquait des alternances ultrastructurales des chloroplastes et des pyrénoïdes (Wardas, 1984). L'inhibition de la croissance a déjà été mise en évidence dans d'autres études sur les algues d'eau douce et les algues de mer (EPS, 1984).

4.5.2 Invertébrés

Étant donné l'importance du ver de terre (*Eisenia foetida*) pour la qualité du sol, il convient de noter que le benzène présente une toxicité aiguë quand il entre en contact avec ces invertébrés (Newhauser et coll., 1985).

Chez les insectes, il a une DL_{50} de 210 mg/L pour les charançons et une DL_{50} de 59 mg/L pour les larves de maringouins (NRC, 1981).

4.5.3 Vertébrés

Chez le poisson d'eau douce, les doses létales de benzène (évaluées pour les CL_{50}, DL_{50} et LT_m) varient entre 6 et 425 mg/L selon les conditions expérimentales. La plage de variation est comparable pour les espèces marines, soit de 4 à 386 mg/L (Neff, 1979; EPS, 1984).

4.5.4 Animaux

L'exposition chronique des rats et des souris au benzène administré par voie orale et des rats au benzène par inhalation a déclenché l'apparition de cancers à plusieurs sites (Maltoni et coll., 1982 : NTP, 1986).

Le benzène présente une faible toxicité aiguë chez les animaux. Des études ont montré que l'inhalation de concentrations d'environ 10 000 ppm et plus pendant plusieurs heures était fatale chez un certain nombre d'espèces, à cause des effets narcotiques directs du benzène. On a évalué à 4 000 ppm le seuil de sensibilité à ces effets (Fielder et coll., 1982). Les recherches sur la toxicité orale (par ingestion) montrent une DL_{50} d'environ 4 à 5 g/kg chez les rongeurs adultes (Fielder et coll., 1982).

Plusieurs études sur l'inhalation ont été effectuées en vue de mesurer la tératogénicité du benzène. On a ainsi découvert qu'une exposition à des concentrations de 800 à 2 700 ppm donne lieu à des effets foetotoxiques, à savoir un poids foetal réduit et des effets squelettiques témoignant d'un retard du développement (Fielder et coll., 1982). Les chercheurs Ungvany et Tatrai (1985) ont confirmé en laboratoire des effets foetotoxiques proportionnels à la dose de benzène chez des rongeurs.

4.5.5 Humains

L'inhalation à long terme de concentrations élevées de benzène (exposition industrielle à des concentrations de plusieurs dizaines ou centaines de ppm) par les humains a entraîné l'apparition d'une variété d'anomalies hématopoïétiques et des globules sanguins ainsi que des dommages au système nerveux central (Fielder et coll., 1982).

L'exposition chronique, qui a des effets marqués sur le sang, peut amener une leucémie (Rinsky et coll., 1981, 1987).

Aucune donnée ne montre que le benzène ne soit à l'origine d'effets tératogéniques chez les humains (Barlow et coll., 1982).

Selon le Centre international de recherche sur le cancer (1982), l'étude des cellules précurseurs de la moelle osseuse et de certains leucocytes (lymphocytes) d'humains exposés au benzène a mis en évidence des altérations du matériel génétique (chromosomes) des cellules. À des concentrations suffisamment élevées, on observe la destruction totale des cellules précurseurs de la moelle osseuse et une diminution consécutive du nombre d'érythrocytes, de leucocytes et de plaquettes (Goldstein, 1988).

Le benzène est classé parmi les agents cancérogènes humains (Groupe A) dans les lignes directrices de l'Agence américaine pour la protection de l'environnment pour l'évaluation des risques de cancer (EPA, 1985b, 1986). Le benzène est aussi jugé cancérogène par l'Occupational Safety and Health Administration (OSHA 1978, 1987), l'Organisation mondiale pour la santé (OMS) et le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC, 1987).

En Ontario, il est déclaré « substance désignée » par le ministère du Travail. Le ministère de l'Environnement, pour sa part, l'inclut parmi les polluants d'intérêt prioritaire dans la liste des substances à surveiller dans les effluents, en raison de son pouvoir cancérogène (MEO, 1987). Les lignes directrices provinciales en matière de qualité de l'eau fixent à 0,022 mg/L la limite pour le benzène (Bazinet, 1989). Cette limite prévient les problèmes de goûts et d'odeurs dans l'eau et protège toutes les formes de vie aquatique. Ces lignes directrices sont élaborées quand il n'existe pas assez de données sur la toxicité aquatique pour établir des objectifs. Elles protègent souvent à l'excès et sont plus sévères que les objectifs, faute de données sur la toxicité.

Santé et Bien-être social Canada fixe à 0,005 mg/L la concentration maximale admise dans l'eau potable.

4.6 Résultats de l'évaluation vectorielle

Le ministère de l'Environnement a mis au point un système d'évaluation vectorielle pour le classement et le réexamen des déchets. Ce système a pour but d'évaluer leur toxicité pour la santé humaine et l'environnement et les risques que posent l'exposition. Les résultats obtenus pour le benzène figurent au tableau 9. On trouvera dans le guide du ministère (MEO, 1988) une explication détaillée du mode d'évaluation. La toxicité humaine et les propriétés cancérogènes du benzène sont ici les principales causes d'inquiétude. En effet, les données épidémiologiques montrent que le benzène provoquerait la leucémie chez les humains. Les paramètres environnementaux en cause seraient sa mobilité élevée et sa persistance modérée. Le fait qu'il puisse être lessivé du lieu d'enfouissement vers la nappe souterraine et contaminer l'eau potable pose aussi un risque sérieux pour la santé.

On trouvera à l'annexe C une justification des résultats.

5.0 Conclusions et recommandations

Trois genres d'opérations produisent des déchets solides contaminés par le benzène :

- la production de benzène (surtout par les raffineries de pétrole);
- la fabrication de produits chimiques organiques à base de benzène;
- l'utilisation d'un mélange de benzène comme solvant-réactif.

Les déchets de raffinerie qui contiennent du benzène font partie des eaux usées acheminées vers l'usine de traitement. Les boues des raffineries de pétrole sont déjà inscrites à l'Annexe 1 et sont par conséquent gérées comme des déchets dangereux.

Les déchets issus de la fabrication des produits chimiques organiques sont des catalyseurs épuisés contaminés par le benzène et des résidus de colonne et de réacteur. Ces rejets ne sont toujours pas inscrits dans le Règlement 309.

Bien que l'emploi de solvants à base de benzène ou d'un mélange de benzène soit à la baisse depuis dix ans, le benzène épuisé reste dangereux pour la santé et l'environnement. À l'heure actuelle, le benzène épuisé utilisé comme solvant n'est pas inscrit à l'Annexe 1.

Les principales sources de rejet dans l'environnement sont les émissions atmosphériques (environ 80 %) et les effluents (environ 16 %), alors que les déchets solides en représentent approximativement 4 %. On peut s'attendre à des variations selon le genre d'industrie qui prévaut dans les différentes régions ou provinces et selon les règlements de dépollution qui y sont appliqués.

Les propriétés cancérogènes du benzène sont bien connues. Les mélanges en contenant une forte concentration sont également inflammables. Outre sa grande volatilité, le benzène se déplace aisément dans l'eau souterraine. Ces caractéristiques en font un danger pour la santé.

Vu la toxicité du benzène (c.-à-d. son pouvoir cancérogène et ses effets toxiques sur les systèmes hématopoïétiques et nerveux) et son potentiel d'exposition (sa mobilité), il est recommandé d'inscrire les déchets contaminés dans le Règlement 309. Les effluents d'origine spécifique ont été identifiés par l'industrie de fabrication des produits chimiques organiques d'où proviennent ces déchets.

Il est conseillé d'inscrire ces effluents dans l'Annexe 1 du Règlement 309 (voir annexe D). Étant donné la diversité d'emploi des solvants à base de benzène ou de mélanges de benzène, il serait difficile d'inscrire ces déchets parmi les déchets d'origine spécifique. Il est donc recommandé d'inscrire les solvants épuisés et les résidus de colonne résultant de la récupération de ces solvants dans la catégorie des déchets d'origine non spécifique dans l'Annexe 1 (voir Annexe D).

TABLEAU 1

INDUSTRIES CANADIENNES QUI PRODUISENT DU BENZÈNE

	Compagnie	Emplacement de l'usine	Capacité maximale (kt/année) (1987)	
Ontario				
	Sunchem	Sarnia	55	
	Shell Canada	Corunna	65	
	Esso Chemical Canada	Sarnia	100	
	Petrosar	Corunna	140	
		Total partiel		360
Québec				
	Kemtec Petro-Chemical Corp.	Montréal[1]	117	
	Petrocan Chemicals	Montréal	155	
		Total partiel		272
Alberta	Shell Canada	Scotsford	235	
		Total partiel		235
		Total		867[2]

1. Administrée anciennement par Gulf Canada.
2. La production domestique réelle en 1987 était de 719,6 kt (83 % de la pleine capacité). Si on ajoute à cette production la quantité de benzène importée (24,9 kt), le Canada a utilisé au total 744 kt cette année-là.

Source : Corpus, 1988. CPI Product Profiles, Benzene. Corpus Information Services, juin 1988.

TABLEAU 2

QUANTITÉ DE BENZÈNE UTILISÉE AU CANADA (1987)

Produit fabriqué	Benzène utilisé (kt/an)	%
Éthylbenzène/styrène	524	70,4
Cumène	40,3	5,4
Cyclohexane[1]	0	0
Anhydride maléïque	10	1,3
Divers	1	0,1
Total partiel	575,3	77,3
Ventes à l'exportation	169,2	22,7
Total	744,5	100,0

Source : Corpus, 1988. CPI Product Profile; Benzene. Corpus Information Services, juin 1988.

1. L'usine de cyclohexane de Gulf Canada (raffinerie de l'est de Montréal) a fermé ses portes en décembre 1985. La seule compagnie ontarienne qui fait encore l'emploi de cyclohexane, Du Pont Canada (Maitland, Ontario), s'approvisionne des États-Unis.

TABLEAU 3

PRODUITS CHIMIQUES FABRIQUÉS À PARTIR DE BENZÈNE (1987)

Produit	Compagnie	Emplacement	Capacité maximale (kt/année)
Styrène	Dow Chemical Can.	Sarnia (Ont.)	70
	Polysar	Sarnia (Ont.)	272
	Shell Can. Chemical	Scotford (Alb.)	308
		Total	650
Styrène-butadiène			
Caoutchouc	Polysar[2]	Sarnia (Ont.)	0
Latex	BASF	Sarnia (Ont.)	26,5
	Dow Chemical Can.	Sarnia (Ont.)	14,0
	Dow Chemical Can.	Varennes (Qué.)	14,0
		Total	54,5
Cumène	Gulf Canada	Montréal (Qué.)	0[1]
Anhydride maléïque	BASF Canada	Cornwall (Ont.)	2
	Bartek Chemical	Burlington (Ont.)	9
	Monsanto Canada	Montréal (Qué.)	7
		Total	18

Source : Corpus, 1988
CPI Product Profile; Styrene, Cumene, Maleic Anhydride. Corpus Information Services, juin 1988.

1. La raffinerie a cessé ses opérations en décembre 1985.

2. Cette installation emploie du caoutchouc nitrile butadiène depuis juillet 1986.

TABLEAU 4

SOLVANTS À BASE D'HYDROCARBURES CONTENANT DU BENZÈNE*

CATÉGORIES	MARQUES DE COMMERCE (Exemples)	TENEUR EN BENZÈNE (Type)	EMPLOIS
Essence légère (intervalle d'ébullition bas et étroit)	Iosol 1520 Gulfsol 1420 Benzo Sol 12	2 à 2,3 %	Colle contact Vernis Encres d'imprimerie
Essence plus lourde (intervalle d'ébullition plus élevé)	Iosol 2024 Gulfsol 2024 Tolu Sol 20	0,1 à 0,2 %	Adhésifs Revêtements Encres
Solvants de transformation du caoutchouc (faible point d'ébullition, faible teneur en benzène)	Iosol 1426 Gulfsol 1426 Benzo Sol 2	0,2 %	Transformation du caoutchouc Adhésifs Revêtements
Produits chimiques purs :			
Hexane		0,1 à 0,4 %	Extraction d'huile végétale Adhésifs à séchage rapide Transformation du caoutchouc
Toluène, xylène		0,1 %	Mêmes que le benzène
		Habituellement de 0,03 à 0,07 %	Substitut Vernis à séchage rapide Décapants de peinture

* Source : Holliday et coll., 1979b.

TABLEAU 5

PRATIQUES DE GESTION DES DÉCHETS CONTENANT DU BENZÈNE

EN USAGE DANDS LES RAFFINERIES DE PÉTROLE AMÉRICAINES[1]

Mode d'élimination	Quantité approximative de benzène éliminé (t)	Pourcentage du benzène total
Mise en décharge	116	51,1
Épandage	19	8,4
Lagunage	91	39,7
Incinération	2	0,8
Total	228	100,0

1. Source : Gilbert et coll., 1982.

TABLEAU 6

EMPLOI DU BENZÈNE AUX ÉTATS-UNIS (1978)*

Produit	Quantité produite (10^6 kg)	Quantité de benzène requise (10^6 kg)	Rapport benzène/produit	% d'utilisation du benzène
Éthylbenzène	3 803	2 810	100:135	53,6
Cumène	1 533	1 030	100:149	19,6
Cyclohexane	1 057	836	100:126	15,9
Nitrobenzène	261	170	100:154	3,2
Chlorobenzène	172	134	100:128	2,6
Benzène d'alkyle	330	132	100:250	2,5
Anhydride maléïque	155	132	100:117	2,5
Biphényle	29	7	100:414	0,1
Total	7 340	5 251		100

* Source : Gilbert et coll., 1982.

TABLEAU 7

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES PARTICULIÈRES*

Propriété	Valeur	Commentaires et références
Formule moléculaire	C_6H_6	
Poids moléculaire	78	
PROPRIÉTÉS DU BENZÈNE PUR		
Point de fusion	5,5 °C	[Weast, 1971]
Point d'ébullition	80,1 °C	[Weast, 1971]
Densité	0,87 g/cm³	[Holliday et coll., 1979a]
Pression de vapeur saturée	12,7 kPa à 25 °C 10,0 kPa à 20 °C 7,8 kPa à 15 °C 6,1 kPa à 10 °C	Interpolée à partir des données sur la pression de vapeur présentées par Stull [1947], selon l'équation de Clausius-Clapeyron.
Solubilité dans l'eau	1,78 g/L à 25 °C 1,75 g/L à 10 °C	[MacKay et Lionen, 1975]
Solubilité dans les solvants organiques courants	Entièrement miscible	[Weast, 1971]
COEFFICIENTS DE PARTAGE		
Air/eau (constante de la loi de Henry, H)	$5{,}5 \times 10^{-3}$ m³ d'atm./mole à 25 °C $2{,}7 \times 10^{-3}$ m³ d'atm./mole à 10 °C	Calculée en supposant que le benzène a un comportement idéal : H = pression de vapeur saturée/solubilité dans l'eau (unités d'atmosphère et mole/m³, respectivement)
Sol/eau, K_{oc} (selon la teneur en carbone organique)	83	Moyenne des coefficients de partage mesurés de façon expérimentale à partir d'échantillons de sédiments naturels [Karrickhoff et coll., 1979]
	92, 100	Valeurs expérimentales obtenues à partir de deux échantillons de sols (organiques à 2,6 % et 1,8 %, respectivement) [Rogers et coll., 1980]
Octanol/eau, K_{ow}	130	Mesurée par voie expérimentale [Karrickhoff et coll., 1979]
COEFFICIENTS DE CONVERSION		
Benzène dans l'air	1 ppb = 3,2 µg/m³ à 25 °C = 41 nmoles/m³ à 25 °C 1 ppb = 3,4 µg/m³ à 10 °C = 43 nmoles/m³ à 10 °C	Calculé en supposant que le benzène se comporte comme un gaz idéal. NOTA : Parties par milliard désigne ici la pression partielle (en atmosphères) et la quantité molaire.
Benzène dans l'eau Benzène dans le sol (biote)	1 ppb = 1 µg/L = 13 nmole/L 1 ppb = 1 µg/kg = 13 nmole/kg	NOTA : Ici, « ppb » indique la quantité gravimétrique.

* Source : Holliday et Engelhardt, 1986.

TABLEAU 8

CONCENTRATIONS DE BENZÈNE DANS LES ÉCHANTILLONS D'EAU*

Source	Emplacement	Concentration (ppb)	Remarques	Références
Eau potable	États-Unis	NQ	24 incidences documentées	Shackelford et Keith, 1976
		0,1 à 0,3		EPA, 1980.
		< 0,2 (moy.)	7 sites positifs sur 113	Brass et coll., 1977
		50	Moyenne probable de 700 échantillons (1975)	Kraybill, 1977
	Ontario	0,4	Absorption/ désorption du benzène à partir de déchets du criblage de l'anthracite dur utilisé comme milieu filtrant	Smillie et coll., 1978
Eau souterraine	New York New Jersey Connecticut	30-330	Eau de puits contaminée	Burmaster, 1982, rapporté dans CHEMFATE, 1987
	États-Unis	> 100	Eau de puits de Jacksonville (Floride)	EPA, 1980
		NQ	8,5 % d'incidences dans une étude à l'échelle du pays	Dyksen et Hess, 1982
Eau souterraine	États-Unis	NQ à 100	Dans le lixiviat de certains puits résidentiels adjacents à une décharge; le puits d'eau potable le plus profond avait la concentration la plus élevée	Stuart et coll., 1985
Eau de surface	Ontario	< 0,1	Eau brute d'usines de traitement de l'eau	Programme de surveillance de l'eau potable de l'Ontario (2)
Eau souterraine	Ontario	< 0,05	Eau de puits	Programme de surveillance de l'eau potable de l'Ontario (2)

NQ = non quantifié

(1) Source : Laboratoire national d'Oak Ridge, 1987.

(2) Données obtenues dans le cadre du Programme de surveillance de l'eau potable de l'Ontario, Environnement Ontario, 1988.

TABLEAU 9

VALEURS VECTORIELLES POUR LE BENZÈNE

Paramètre	Valeur (0-10)	Seuil de préoccupation+
1. Transport dans l'environnement	7	≥ 7
2. Persistance dans l'environnement	2	≥ 7
3. Bioconcentration	4	≥ 7
4. Exposition de l'environnement	7	≥ 7
5. Toxicité aiguë	4	≥ 6
6. Effets sublétals sur la végétation	2	≥ 4
7. Effets sublétals sur les mammifères	4	≥ 4
8. Effets sublétals sur les non-mammifères	*	≥ 4
9. Tératogénicité	0	≥ 2
10. Mutagénicité	10	≥ 6
11. Cancérogénicité	10	≥ 2

+ : Seuils de préoccupation établis pour les besoins de l'inscription des déchets dangereux.

* : Données insuffisantes.

6.0 BIBLIOGRAPHIE

(reproduction intégrale de la version anglaise)

Barlow, S.M. and F.M. Sullivan, 1982. Reproductive hazards of industrial chemicals: an evaluation on animal and human data, London, Toronto: Academic Press 1982, pp. 33-103.

Bazinet, N., 1989. Provincial Water Quality Guideline. Development document for benzene. Water Resources Branch, MOE.

Brass, H.J. et al., 1977. The national monitoring survey samplings and analyses for purgeable organic compounds. Drinking Water Quality Enhancement Source Protection, pp. 393-416.

Briggs, G.G., 1973. A simple relationship between soil adsorption or organic chemicals and their log octanol/water partition coefficients. Proceedings of the 7th British Insecticide and Fungicide Conference.

Burmaster, D.E., 1982. The new pollution - groundwater contamination. Environ 24:6-13, 33-36 (as reported in Chemfate 1987).

CFR (Code of Federal Register), 1987. Part 261, Office of the Federal Register National Archives and Records Administration, July, 1987.

Corpus, 1988. CPI Product Profile, Benzene. Don Mills, Ontario: Corpus Information Services, June 1988.

Dyksen, J.E., Hess, A.F., III., 1982. Alternatives for controlling organics in ground water supplies. J. Am Water Works Assoc. 74:394-403.

EPS, 1984. Benzene: Environmental Technical Information for Problem Spills. Ottawa, Ontario: Environment Protection Service, Environment Canada.

Fielder, R.J. et al., 1982. Toxicity Review #4. Benzene, Health and Safety Executive, Baynard House, 1 Chepstow Place, London.

FR (Federal Register), 1986. Vol. 51, No. 102, May 28, 1986. pp. 19300-19308.

Gibson, D.T., 1968. Microbial degradation of aromatic compounds, Science 161 (3846) 1093-1096.

Gibson, D.T. and V. Subramaniam, 1984. Microbial degradation of aromatic hydrocarbons. In: Microbial Degradation of Organic Compounds. D.T. Gibson (Ed.) Marcel Dekker Inc., New York.

Gilbert et al., 1982. Exposure and Risk Assessment for Benzene, prepared for EPA. NTIS No. PB85-212017. January, 1982.

Goldstein, B.D., 1988. Benzene Toxicity: A review, Occup Med: State of the Art Reviews Vol. 3, No. 3, 541-555, 1988.

Holliday, M.G. et al., 1979a. Human Health Implications of Benzene at Levels Found in the Canadian Environment and Workplace, Report No. 79-EHD-40, Ottawa, Ontario: Department of National Health and Welfare, March 1979.

Holliday, M.G. et al., 1979b. Occupational Health Implications of Benzene in Ontario, prepared under contract to the Standards and Programs Branch of the Ontario Ministry of Labour, December 1979.

Holliday, M.G. and Engelhardt, F.R., 1986. Benzene: Environmental Behaviour and Human Exposure, a review paper prepared for the Hazardous Contaminants Branch, Ontario Ministry of the Environment, August 1986.

IARC (International Agency for Research on Cancer), 1987. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans. Supplement 7.

ISHOW database. Information System for Hazardous Organics in Water, available from the computer database CIS (chemical information system).

Karrickhoff, S.W. et al., 1979. Sorption of Hydrophobic Pollutants on Natural Sediments, Water Res., 13:241, 1979.

Kraybill, H.F., 1977. Global distribution of carcinogenic pollutants in water. In Aquatic pollutants and biologic effects with emphasis on neoplasia. Kraybill, H.F., Daive, C.J., Harshbargen, J.C., Tardiff, R.G., ed. Ann, N.Y. Acad. Sci. 298, 80-89.

Mackay, D. and R. Lionen, P.J., 1975. Rate of Evaporation of Low-solubility Contaminants from Water Bodies to Atmosphere, Environ., Sci. Technol. 9:1178, 1975.

Maltoni C. et al., 1982. Zymbal Gland Carcinomas in Rats Following Exposure to Benzene by Inhalation: Am. J. Ind. Med. 3:11.

Mara, S.J. and Lee, S.S., 1978. Assessment of human exposures to atmospheric benzene, EPA 450/378-031 Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency (As reported in USEPA 1985a).

MOE, 1987. Effluent Monitoring Priority Pollutants List. Prepared by the Hazardous Contaminants Coordination Branch.

MOE, 1988. Guidance Manual for hazardous waste categorization and review program. Draft copy available at the Waste Management Branch, Ontario Ministry of the Environment, 40 St. Clair Avenue West, Toronto, Ontario M4V 1P5.

Neff, J.M., 1979. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment, Sources, Fates and Biological Effects. London, U.K.: Applied Science Publishers Ltd.

Neufeld et al., 1978. Market input/output studies task: benzene consumption as a solvent. Washington, DC U.S. EPA, 1978.

Neuhauser, E.F. et al., 1985. Toxicity of Selected Organic Chemicals to the Earthworm Eisenia Foetida, J. Environ. Qual., 4:383.

N.R.C., 1981. The Alkyl Benzene, Committee on Alkyl Benzene Derivatives Board on Toxicity and Environmental Health Hazards. U.S. National Research Council, Washington, DC National Academy Press.

N.T.P., 1986. Toxicology and Carcinogenesis Studies of Benzene in F344/N Rats and B6C3F1 Mice (Gavage Studies) prepared by the National Toxicology Program, Research Triangle Park, N.C. Report #NTPTR289.

Oak Ridge National Laboratory, 1987. Draft Toxicological Profile for Benzene, prepared for Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), U.S. Public Health Service Contract No. DW89932147-01-3.

OSHA, 1978. Occupational Safety and Health Administration. Final environmental impact statement, Benzene. Washington, DC: Occupational Safety and Health Administration (As reported in U.S. EPA 1985a).

OSHA, 1987. Occupational Exposure to Benzene: Final Rule (29 CFR Part 1910) U.S. Federal Register 52: 176, 34459-34578. September 11, 1987.

Rinsky, R.A., Smith A.B., Hornung R. et al., 1987. Benzene and leukemia: An epidemiological assessment. N. Engl. J. Med. 316: 1044-1049.

Rinsky, R.A., Young R.J., Smith A.B., 1981. Leukemia in benzene workers. Am J. Ind Med. 2: 217-245.

Rogers et al., 1980. Adsorption and Desorption of Benzene in Two Soils and Montmorillonite Clay, Environ. Sci. Technol. 14:457.

Shackelford, W.M., Keith, L.H., 1976. Frequency of organic compounds identified in water. Athens, Georgia: Environmental Research Laboratory. U.S. EPA-600/4-76-062.

Sheffield A., 1979. National Inventory of Sources and Emissions of Benzene (1976), Pollution Data Analysis Division, Air Pollution Programs Branch Air Pollution Control Directorate, Report EPS 3-AP-79-4, September 1979.

Smillie, R.D. et al., 1978. Low aromatic hydrocarbons in drinking water. J. Environ Sci. Health A13(2): 187-197.

Stuart, J.P. et al., 1985. Institute of Water Resources, University of Connecticut. Detection and effects of aperiodic leachate discharges from landfills. U.S. Department of Interior. Technical Completion Report G832-04.

Stull, D.R., 1947. Vapour Pressure of Pure Substance: Organic Compounds. Indust. Eng. Chem., 39:517.

Ungvary and Tatrai, 1985. As cited in Federal Register, 53FR28496, July 28, 1988.

USEPA, 1980. Ambient water quality criteria for benzene Washington DC U.S. Environmental Protection Agency, pp. C-16-C-36.

USEPA, 1985a. Drinking water criteria document on benzene. Final draft. Washington D.C. Office of Drinking Water, U.S. Environmental Protection Agency, 50 (193): 40707.

USEPA, 1985b. Listing Background Document for four spent solvents and still bottoms from recovery of the solvents. Prepared by Walter Bauer of Dynamac Corporation, 11140 Rockville Pike, Rockville, MD, 20852. For Office of Solid Waste, U.S. EPA.

USEPA, 1986. U.S. Federal Register 51FR33992, September 24, 1986.

Veith, G.P. et al., 1980. "An evaluation of using Partition Coefficient and Water Solubility to Estimate Bioaccumulation Factors for Organic Chemicals in Fish", In Aquatic Toxicology, J.G. Eaton et al. Ed. American Society for Testing Materials, Philadelphia, P.A. ASTM 707.

Wardas, W., 1984. Interaction of Exogenous Hydrocarbons with Chlorella Algae in a Aqueous Medium (English Abstract), Rocz. Pansw. Zakl. Hig., 35:563.

Weast, R.C. (Ed.), 1971. Handbook of Chemistry and Physics, 51st Edition. Cleveland, OHIO, The Chemical Rubber Company.

ANNEXES

Annexe A : Règlements en vigueur aux États-Unis

L'Agence américaine pour la protection de l'environnement définit les solvants épuisés comme étant des solvants utilisés pour leur pouvoir de dissolution ou de mobilisation d'autres constituants (par exemple, les solvants employés dans les opérations de dégraissage et de nettoyage des tissus, comme diluants ou extracteurs, ou encore comme milieux de réaction ou de synthèse). Un solvant est épuisé quand il a servi et qu'il est rendu inutilisable à moins d'être regénéré, épuré et traité.*

La liste des solvants avait d'abord été dressée dans l'intention d'inclure les solvants de qualité industrielle, de qualité pratique, ou de forme pure. Le 31 décembre 1985, les solvants inscrits devaient comprendre aussi les mélanges qui en contenaient 10 % et plus. Le seuil de 10 % s'applique aux mélanges avant leur emploi. L'Agence a adopté cette position sur la foi de données qui montraient que les mélanges utilisés dans le commerce contenaient normalement plus de 10 % de solvants.*

* U.S. Federal Register, Final Rule, Vol. 51, 25 février 1986, p. 6537 à 6542.

Annexe B : SOURCES ET POINTS DE REJET AU CANADA

B-1 : L'emploi du benzène dans l'industrie canadienne

En 1979, Arthur Sheffield publiait un inventaire des sources et des rejets de benzène (voir résumé de 1976 au tableau 1). La présence de benzène dans l'atmosphère est issue de la production, du transport et de l'entreposage du pétrole brut, du raffinage du pétrole (production de benzène et d'essence), du chauffage de coke dans les fours (production de coke à partir de charbon) et de sources mobiles (gaz d'échappement et évaporation des véhicules motorisés).

Les principales sources de rejet dans l'atmosphère énumérées dans l'inventaire sont :

1. les gaz d'échappement des véhicules motorisés (de 77,0 à 83 %);

2. l'emploi de benzène comme matière de départ dans la production de dérivés, tels le styrène (de 6,6 à 7,2 %);

3. l'emploi de benzène dans l'application de traitements superficiels (de 3,8 à 4,2 %).

Depuis la parution de l'inventaire de 1976, l'emploi de benzène dans l'industrie de la peinture (revêtement de surface) a nettement diminué.

TABLEAU B-1 Émissions de benzène au Canada en 1976

Sources	Émissions dans l'atmosphère (tonnes)	% du total (*)	(**)
Production de pétrole brut	92	0,21	0,20
Raffineries de pétrole			
a) Général			
1. raffinage	175	0,40	0,37
2. entreposage de l'essence	62-488	0,14	1,04
b) Production de benzène			
1. Procédé	125	0,29	0,27
2. Entreposage	803	1,85	1,71
Procédés chimiques utilisant le benzène et ses dérivés	3 103	7,15	6,62
Fours à coke	124	0,29	0,27
Sources mobiles			
a) Véhicules à essence			
1. Gaz d'échappement	36 079	83,22	77,00
2. Évaporation	297-2 350	0,69	5,02
b) Véhicules à moteur Diesel			
1. Camions	100	0,23	0,21
2. Trains	180	0,42	0,38
3. Bateaux	137	0,32	0,29
Combustion de combustibles - sources stationnaires	inconnu		
Divers			
a) Chargement/déchargement de benzène	102	0,24	0,22
b) Mise en marché de l'essence			
1. Distribution	23-179	0,05	0,38
2. Stations-services	125-991	0,29	2,12
Applications de traitements de surface	1 790	4,12	3,82
Usines d'asphalte	38	0,09	0,08
Industries chimiques diverses	inconnu		
Total	43 355-46 856	100,00	100,00

* Pourcentage de la quantité totale maximale mesurée au Canada.
** Pourcentage de la quantité totale minimale mesurée au Canada.

Source : Sheffield, 1979. National Inventory of Sources and Emissions of Benzene (1976), Pollution Data Analysis Division, Air Pollution Programs Branch Air Pollution Directive, Rapport EPS3-AP-79-41. Septembre 1979.

B-2 : L'emploi du benzène dans l'industrie ontarienne

Holliday et coll. (1986)* ont effectué une enquête semblable en 1984 pour l'Ontario. Le tableau 2 fait état des principales sources d'émissions atmosphériques de la province. Elles sont :

1. les gaz d'échappement des véhicules à essence (70,6 %);

2. l'emploi du benzène comme dérivé chimique (24,1 %); et

3. la production de benzène (4,2 %).

Le faible taux obtenu pour l'essence en Ontario comparativement à l'ensemble du Canada est dû au fait que les principales industries pétrochimiques et de production du coke se trouvent en Ontario.

* Holliday, M.G. et coll. (1986), *Benzene: Environmental Behavior and Human Exposure*, document préparé par la Direction de la coordination des polluants dangereux, Environnement Ontario.

TABLEAU B-2 Principales sources de benzène dans l'atmosphère (Ontario 1984)

Source	**Coefficient d'émission***	**Multiplicateur pour l'Ontario****	**Émissions en Ontario**	**Remarques**	**Canada - Chiffres comparatifs**
RAFFINAGE DU PÉTROLE					
Production	0,17 g/m³ de pétrole brut entreposé aux raffineries de l'Ontario	29 x 10^6m³	5 t	Quantité de pétrole brut entreposée aux raffineries, la quantité provenant des têtes de puits en Ontario étant négligeable	78 t
Raffinage	1,8 g/m³ de pétrole brut mis en charge	29 x 10^6m³	52 t	N'inclut pas les opérations de raffinage qui produisent du benzène	150 t
Entreposage de l'essence	10 g/m³ d'essence consommée	12 x 10^6m³	120 t	Fondé sur une teneur en benzène dans l'essence de 2 %	320 t
PÉTROCHIMIE					
Production de benzène	2,5 kg/t du benzène produit	280 000 t	720 t	En supposant que la quantité de benzène produite au Canada en 1984 était proportionnelle à la capacité nominale de plaque des fabricants. Les émissions incluent la production (14 %) et l'entreposage (86 %).	1 400 t
Chargement/déchargement de benzène	0,1 % du benzène total expédié par voie autre que le pipeline	73 000 t de benzène expédié	73 t	En Ontario, la majeure partie du benzène est transportée par pipeline (ou production intégrée) aux deux producteurs d'éthylbenzène/styrène	160 t
Emploi du benzène	12 kg/t du benzène employé	340 000 t	4 100 t	Chiffre collectif comprenant les émissions issues de la fabrication de l'éthylbenzène/styrène et des procédés utilisant le benzène comme milieu	[illegible] 200 t
PRODUCTION DE COKE	16 g/t de charbon en charge	6,0 x 10^6 t	96 t	On suppose que les aciéries ontariennes utilisent 90 % du charbon cokéfiant importé au Canada	[illegible]
ESSENCE					
Distribution	3,7 g/m³ de l'essence vendue	12 x 10^6 m³	44 t	On suppose que la teneur moyenne en benzène dans l'essence est de 2 %	[illegible]

Stations-services	20 g/m³	12 x 10⁶ m³	240 t	Essence contenant 2 % de benzène; inclut le remplissage des réservoirs, les pertes en cours de transport, les déversements accidentels	660 t
SOURCES MOBILES					
Véhicules à essence	1,0 kg/m³ de l'essence vendue	12 x 10⁶ m³	12 000 t	On suppose une teneur en benzène de 2 %; environ 7 % des émissions proviennent des pertes par évaporation, le reste des gaz d'échappement	33 000 t
Véhicules à moteur Diesel	23 g/m³ de carburant Diesel vendu	3,8 x 10⁶ m³	90 t	Le carburant Diesel contient une quantité négligeable de benzène; ces émissions proviennent toutes des gaz d'échappement	300 t
TOTAUX			17 000 t		41 000 t

NOTA : Exception faite des multiplicateurs (qui peuvent être obtenus des tabulations de Statistique Canada à une décimale près), les chiffres figurant dans ce tableau sont des approximations brutes. C'est porquoi les données sont arrondies à deux chiffres près.

* Dérivé en grande partie des données présentées par Sheffield [1979] et des tabulations pertinentes de Statistique Canada (explication détaillée en annexe).

** Obtenu, sauf exception, des données de Statistique Canada pour la production et l'emploi en 1984.

SOURCE : Holliday et coll., 1986.

Annexe C : Justification des valeurs vectorielles

	Élément	Valeur	Justification
(1)	Transport dans l'environnement	7	Le modèle de fugacité (niveau 1) distingue deux milieux > 5 % : l'air (94,6%) et l'eau (5,3 %).
(2)	Persistance dans l'environnement	2	Les demi-vies sont la plupart du temps inférieures à 10 jours ou d'environ 10 jours.
(3)	Bioconcentration	4	$K_{(octanol/eau)}$ log = 2,11
(4)	Exposition de l'environnement	7	Il existe une voie d'exposition claire entre la source de contamination et le milieu récepteur.
(5)	Toxicité aiguë	4	Toxicité aquatique 96 heures CL_{50} = 31 mg/l
(6)	Effets sublétals, végétation	2	Plusieurs plantes aquatiques ne sont pas affectées par une concentration de benzène allant jusqu'à 10 mg/l.
(7)	Effets sublétals, mammifères	4	On n'a observé aucun effet myélotoxique chez les rats, les cochons d'inde et les chiens à des taux d'exposition par inhalation de 56 mg/m^3 [17,6 ppm] de benzène pendant 127 jours.
(8)	Effets sublétals, non-mammifères	*	Données insuffisantes.
(9)	Tératogénicité	0	Aucun effet tératogénique connu.
(10)	Mutagénicité	10	Mutation positive *in vivo* de *Drosophila melanogaster*
(11)	Cancérogénicité	10	Considéré comme cancérogène (CIRC)

* Données insuffisantes

Annexe D : Changements proposés au Règlement 309

1. Annexe 1, NA9305

« Les solvants épuisés non halogénés suivants : toluène, méthyléthylcétone, sulfure de carbone, isobutanol, pyridine et benzène, ainsi que les résidus de colonne obtenus dans la récupération de ces solvants ».

2. Annexe 1, à la suite de NA9341

« Les catalyseurs épuisés, les résidus de colonne et les résidus de la production de styrène à partir de benzène ».